

TÁC ĐỘNG KINH TẾ XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG CỦA HỆ THỐNG CANH TÁC LÚA-TÔM: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH ĐA TÁC NHÂN Ở TỈNH BẠC LIÊU

Environmental and Socio-Economic Impacts of Integrated Rice-Shrimp Farming: Companion Modelling Case Study in Bac Lieu Province, Vietnam.

Lê Cảnh Dũng¹, Chu Thái Hoàn², Christophe Le Page³, Nantana Gajasen⁴

*Paper presented at the Conference on
"Sustainability of rice-shrimp systems in the coastal Mekong River Delta"
organized by Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) in Soc Trang, Vietnam
on 24 September 2009.*

*and published in the book
"Results of Scientific Research in 2007-2009" by Mekong Delta Development Research Institute
(MDI), Can Tho University, Vietnam. August, 2009. pp. 252-268.*

ABSTRACT

Conflict over water demand, potential extreme poverty coupled with economic differentiation, and potential soil salinization in drought occurrence are three impacts caused by rice-shrimp farming in Bac Lieu coastal province, Mekong Delta, Vietnam. This study uses creative approach namely Companion Modelling for quantifying those mentioned impacts. Two successive RPG sessions and a RiceShrimpMD ABM in Companion Modelling approach were co-constructed between researchers and involved local stakeholders over the period 2006-2009. Lessons learned from the RPGs and five-year simulation results of the RiceShrimpMD ABM show that conflict over water demand for rice and shrimp crop occurs when both rice and shrimp crops coexist in the same period after September, which is a right time proposed to start rice crops. In downstream locations of the province, more conflicts occurred in the scenario where earlier salinity over 5ppt was provided in December and without any application for serving appropriate environmental conditions on rice crop. Extreme poverty and economic differentiation occurred whenever people had less concern to practice rice in rice-shrimp farming system, especially in the downstream location; rice yield reduced a bit due to the effects of salinization, compared to normal yield in the drought-free year. However, this environmental impact can be avoided as rice crops are annually practiced. Income obtained from rice crop is an essential compensation to reduce household extreme poverty. This study is confident that the companion modeling approach is an appropriate methodology for opening opportunity to all relevant stakeholders to share their knowledge of

¹ Viện NCPT ĐBSCL, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

² Viện quản lý nước quốc tế (IWMI), VP Đông Nam Á, Viên Chăn, CHDCND Lào

³ CIRAD, UPR Green, Montpellier, CH Pháp

⁴ Khoa Khoa học, Đại học Chulalongkorn, Vương Quốc Thái Lan

and a dialogue on water demand, enhancing better understanding of and collaboration on water management issues for sustainable development.

Keywords: Conflict, companion modelling, extreme poverty, economic differentiation, rice-shrimp farming, salinization

TÓM TẮT

Mâu thuẫn về nhu cầu nước, nghèo đói tiềm tàng kết hợp với phân hóa kinh tế, mặn hóa là 3 tác động do canh tác lúa-tôm gây ra tại tỉnh duyên hải Bạc Liêu thuộc ĐBSCL, Việt Nam. Phương pháp mới tạm dịch là Mô hình đa tác nhân được sử dụng để lượng hóa 3 tác động nói trên. Lần lượt hai kỳ trò chơi phân vai và Mô hình Lúa-Tôm trên cơ sở tác nhân (RiceShrimpMD ABM – Agent-Based Model) trong phương pháp mô hình đa tác nhân đã được thực hiện giữa nhà nghiên cứu và các nhóm người liên quan trong các năm 2006-2009. Các bài học rút ra từ trò chơi phân vai và 5 năm trong mô phỏng đã cho thấy rằng: mâu thuẫn về nhu cầu nước xảy ra khi cả lúa và tôm đều được canh tác sau tháng 9 vốn là thời điểm thích hợp khuyến cáo cho sản xuất lúa; Ở vùng hạ lưu nơi gần nguồn nước mặn, mâu thuẫn tiềm tàng nhiều hơn trong tình huống nước mặn cao hơn 5 phần ngàn được cung cấp vào tháng 12 trong khi người sản xuất không lưu tâm đến điều kiện môi trường. Nghèo đói tiềm tàng và phân hóa kinh tế xảy ra khi lúa ít được quan tâm canh tác trong hệ thống lúa-tôm, đặc biệt ở vùng hạ lưu; tác động mặn hóa kết hợp với hạn hán được đo lường thông qua năng suất lúa và cho thấy rằng năng suất lúa có giảm đi so với điều kiện bình thường. Tuy nhiên sản lượng lúa giảm sút do mặn và hạn hán có thể được tránh khỏi khi lúa trong hệ thống lúa-tôm được canh tác hàng năm. Lúa trong hệ thống canh tác lúa-tôm là một nguồn thu nhập làm giảm mức độ rủi ro và phân hóa kinh tế tiềm tàng. Nghiên cứu này nhận thấy rằng, phương pháp mô hình đa tác nhân là một kỹ thuật mới thích hợp cho các nhóm người liên quan có cơ hội chia sẻ kiến thức, quan điểm và hợp tác trong quản lý điều hành cung cấp nước cho sản xuất bền vững.

Từ khóa: mâu thuẫn, mô hình đa tác nhân, cực nghèo, phân hóa kinh tế, sản xuất lúa-tôm, mặn hóa

1. GIỚI THIỆU

Phân quyền và tự do hóa thị trường là tác nhân chính thúc đẩy phát triển nông nghiệp và kinh tế nói chung (Phuc, 2006). Luật đất đai (1988, 1993) đã cụ thể hóa việc phân quyền thông qua giao quyền tự chủ cho nông hộ trong sử dụng đất (Boothroyd et al., 2000; Toan et al., 2003). Theo Ribot (2004), chỉ việc phân quyền chưa phải là giải pháp toàn diện cho quản lý tài nguyên thiên nhiên đặc biệt ở vùng duyên hải đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), vì tính đa dạng trong sử dụng đất đai, nhanh chóng chuyển dịch mục đích sử dụng đất trong đó đôi khi có mâu thuẫn giữa lợi tức kinh tế và môi trường bền vững (Trung et al., 2006). Sự mâu thuẫn này ở ĐBSCL được thể hiện rõ giữa diện tích lúa và thủy sản biến động trong những năm gần đây, đặc biệt là vùng duyên hải. Diện tích canh tác lúa đạt đến 3,985 triệu ha vào năm 1999 (GSO, 2006) và giảm xuống do chính sách nhà nước chuyển từ sản xuất lúa với bất cứ giá nào trước đó sang chiến lược sản xuất theo lợi thế so sánh vào đầu những năm 2000. Thay vào đó,

diện tích thủy sản nội địa đã gia tăng đến 0,63 triệu ha tương đương 20% diện tích nông nghiệp của ĐBSCL (GSO, 2006; White, 2002), trong đó diện tích nuôi tôm gia tăng nhanh chóng, đạt đến 330.000 ha vào năm 2005.

Tại Bạc Liêu sau nhiều năm mâu thuẫn giữa canh tác lúa và thủy sản, sau năm 2002 dựa trên các kết quả nghiên cứu khoa học, tỉnh đã phân chia đất sản xuất thành 6 tiểu vùng với các mô hình canh tác được đề xuất hợp lý (Gallop et al., 2003; Hoanh et al., 2003; Hossain et al., 2006; Khiem et al., 2007; Tuong et al., 2002). Tuy nhiên, đến nay ở tiểu vùng hạ lưu, vốn được đề xuất canh tác kết hợp lúa-tôm, đã có khuynh hướng chuyển sang canh tác độc canh tôm vì yếu tố kinh tế, làm nảy sinh nhiều vấn đề ảnh hưởng đến phát triển bền vững. Mâu thuẫn tiềm tàng giữa lúa và tôm về chất lượng nước được cung cấp cho 2 kiểu canh tác khác nhau trong cùng cộng đồng và giữa các cộng đồng, bản thân canh tác tôm độc canh đối mặt với rủi ro do dịch bệnh và môi trường, đồng thời ảnh hưởng đến mặn hóa đất đai khi canh tác tôm độc canh sử dụng nguồn nước mặn trên đồng ruộng lâu dài và bất hợp lý.

Các thách thức tiềm tàng nói trên có thể được giảm đi khi người sản xuất ở tiểu vùng hạ lưu nhận thức được tầm quan trọng của canh tác kết hợp lúa-tôm thông qua quá trình gia tăng kiến thức về phát triển bền vững, mô phỏng các yếu tố rủi ro có thể xảy ra. Sự tham gia của các nhà hoạch định chính sách và quản lý đất, nước ở địa phương trong quá trình nâng cao kiến thức này cũng sẽ rất quan trọng. Chính vì vậy, một phương pháp mới, tạm dịch là “phương pháp mô hình đa tác nhân có sự tham gia” (Participatory Companion Modelling Approach) gọi tắt là ComMod (Bousquet et al., 2005) đã được sử dụng trong quá trình này. Nghiên cứu này là một điểm trong nhiều điểm nghiên cứu của dự án “Mô hình đa tác nhân cho quản lý nước: nhận thức của các bên tham gia về động thái nước và cùng nâng cao kiến thức trong lưu vực sông Mê Kông”.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục tiêu của nghiên cứu này là sử dụng một phương pháp mới trong quản lý tài nguyên đất và nước để giúp người sản xuất và nhà quản lý nâng cao kiến thức phát triển bền vững sau đó ứng dụng vào thực tế sản xuất ở tỉnh Bạc Liêu.

Điều này được thực hiện thông qua 3 mục tiêu cụ thể dưới đây:

- (1) Phân tích và lượng hóa các mâu thuẫn tiềm tàng do nhu cầu nước khác nhau giữa người sản xuất lúa và tôm trong cùng cộng đồng và giữa các cộng đồng sử dụng chung một hệ thống cung cấp nước.
- (2) Đề xuất và lượng hóa các yếu tố dẫn đến cực nghèo và phân hóa kinh tế giữa các nông hộ trong cùng cộng đồng và giữa các cộng đồng thượng và hạ lưu trong vùng nghiên cứu có các mức độ kết hợp lúa-tôm khác nhau.
- (3) Xây dựng một khái niệm chung sử dụng kiến thức bản địa có thể chia sẻ về ảnh hưởng mặn hóa.

3. PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ CÁC BƯỚC NGHIÊN CỨU

3.1 Phương pháp luận

Ba tác động tiềm tàng có thể nảy sinh trong sản xuất nông nghiệp và thủy sản ở Bạc Liêu đã được đề cập trong phần đầu của bài viết này. Để giảm bớt các thách thức này, đầu tiên cần tìm kiếm sự phối hợp tốt hơn trong sử dụng đất và nước giữa người nông dân và các cơ quan hữu quan thông qua đối thoại, thương lượng để tìm ra một mô hình quản lý phù hợp nhất trên quan điểm sản xuất kết hợp giữa lúa và tôm. Bên cạnh đó, không có cách nào khác ngoài cung cấp kiến thức cho người nông dân về rủi ro tất yếu của sản xuất tôm độc canh dài hạn. Từ đó họ sẽ có quyết định khi phải đánh đổi giữa canh tác kết hợp tôm-lúa bền vững, thu nhập thấp và ít rủi ro với việc thu nhập cao nhưng rủi ro nhiều khi sản xuất tôm độc canh dài hạn. Các kỳ vọng này đạt được khi sử dụng phương pháp ComMod, bao gồm 2 công cụ chính là trò chơi phân vai (Role Playing Game: RPG) và mô hình dựa vào tác nhân (Agent-Based Model: ABM).

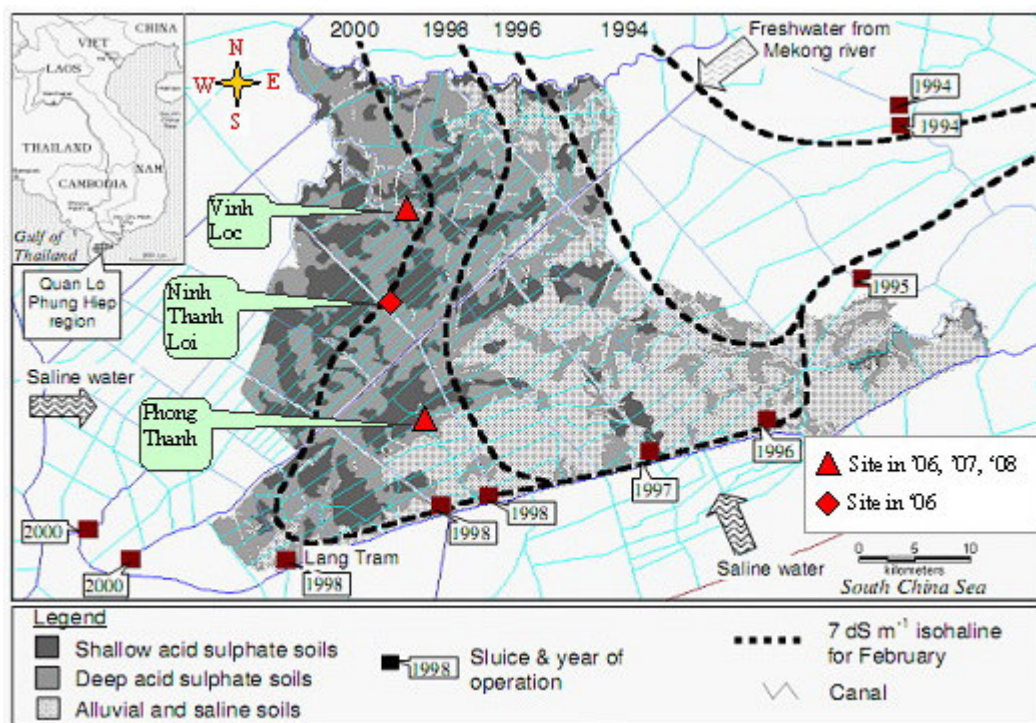
Phân tích mâu thuẫn giữa 2 đối tượng sản xuất tôm và lúa có thể quan sát từ sự tương tác giữa họ trong RPG và còn có thể nhận thấy qua kết quả quyết định sản xuất trong RPG này. Thông qua RPG kiến thức trong sản xuất được nâng lên và một số hệ quả của nguyên lý “nguyên nhân-hậu quả” trong quyết định sản xuất cũng giải thích. Tuy nhiên thực hiện một RPG rất tốn kém và quá trình quyết định sản xuất cũng như kết quả của nó chỉ được một năm tương đương ngoài thực tế. Vì vậy ABM được sử dụng để mô phỏng các hệ quả do các quyết định sản xuất cũng như quản lý nước của người tham gia trong RPG đưa ra sau khi khái quát hóa. Trong mô hình này độ dài mô phỏng tương đương với 5 năm ngoài thực tế. Như vậy người nông dân sẽ dễ dàng được thuyết phục để canh tác kết hợp lúa-tôm sau khi họ được cùng tham gia xây dựng mô hình, RPG, mô phỏng và phân tích kết quả mô phỏng.

3.2 Các bước nghiên cứu

Bước 1: Chọn điểm nghiên cứu và xác định các chủ thể

Hai xã Phong Thạnh (PT) thuộc huyện Giá Rai và Vĩnh Lộc (VL) thuộc huyện Hồng Dân được chọn cho nghiên cứu này. Về địa lý xã PT ở vị trí hạ lưu, gần nguồn cung cấp nước mặn từ cống Giá Rai, trong khi xã VL ở vị trí thượng lưu của hệ thống cấp nước mặn từ cống Giá Rai đến kinh Quản Lộ Phung Hiệp ngược lên thượng nguồn. Cả 2 xã có diện tích tương đương nhau với khoảng 3.000 ha. Có khác biệt rất lớn trong sử dụng đất giữa 2 xã. Ở xã PT, chủ yếu tôm độc canh được canh tác có năng suất bình quân 140 kg/ha/năm; chỉ có 82 nông hộ canh tác lúa ở xã PT với năng suất lúa khoảng 3 tấn/ha. Ở VL, lúa-tôm luân canh là chủ yếu, tuy nhiên năng suất tôm thấp trung bình 80-90 kg/ha và lúa đạt 4,0-4,5 tấn/ha.

Tổng cộng có 13⁵ nông dân ở 2 xã (5 ở PT và 8 ở VL) canh tác các mô hình sản xuất với mức độ kết hợp lúa-tôm và quy mô đất đai khác nhau được chọn làm các chủ thể trong nghiên cứu cũng như thể hiện trên mô hình. Đây là những chủ thể chủ động, có các hoạt động và tương tác trong mô hình. Ngoài ra một số chủ thể thụ động khác cũng được chọn tham gia nghiên cứu và thể hiện trong mô hình MAS bao gồm người quản lý công cung cấp nước mặn, người cung cấp giống tôm và vật tư sản xuất, người thu mua sản phẩm lúa và thủy sản.



Hình 1: Vị trí điểm nghiên cứu tại tỉnh Bạc Liêu

Bước 2: Xây dựng mô hình đa tác nhân

Với kiến thức được tích lũy từ vùng nghiên cứu và tham khảo tài liệu liên quan, mô hình đa tác nhân (Multi Agent System: MAS) được thiết kế với sự tham gia của nhà nghiên cứu với các chủ thể. Mô hình thiết kế trên ngôn ngữ UML (Unified Modeling Language). Mô hình MAS này ở dạng tĩnh, thể hiện các chủ thể, đặc điểm chính có liên quan trong sản xuất và quản lý, các hoạt động kinh tế và mối quan hệ giữa các chủ thể.

Bước 3: Thực hiện RPG

⁵ Năm 2006 có 24 nông dân tham gia chia đều cho 3 xã dọc hệ thống kinh Quản lộ Phụng Hiệp (Phong Thạnh, Ninh Thạnh Lợi, Vĩnh Lộc), đến 2007 chỉ có 13 nông dân tiếp tục tham gia nghiên cứu ở 2 xã Phong Thạnh và Vĩnh Lộc.

Hai kỳ RPG được thực hiện lần lượt tại địa bàn nghiên cứu và tại Đại học Cần Thơ với các mục tiêu khác nhau. Kỳ RPG thứ nhất tổ chức độc lập ở các xã năm 2006. Mục tiêu là để kiểm chứng mô hình MAS và chiến lược sản xuất của nông dân với 2 tình huống nước mặn cung cấp sớm và trễ khác nhau. Kỳ RPG thứ hai được thực hiện cùng một địa điểm tại Đại Học Cần Thơ bao gồm các chủ thể từ 2 xã đầu và cuối nguồn PT và VL cùng với cán bộ quản lý nông nghiệp 3 cấp ở địa phương. Mục tiêu của kỳ này là tìm hiểu sâu hơn mâu thuẫn giữa các nông hộ sản xuất lúa tôm, phương án giải quyết mâu thuẫn thông qua quản lý nước với các tình huống cung cấp nước khác nhau, cũng như gia tăng kiến thức về tính dễ tổn thương do canh tác tôm gây ra.

Bước 4: Mô hình dựa trên tác nhân (Agent-Based Model:ABM) và mô phỏng

Đây là giai đoạn kết hợp kiến thức học thuật của người nghiên cứu, chuyên gia và các chủ thể địa phương để thu thập các phản hồi trong thiết kế mô hình ABM và mô phỏng. Mô hình ABM được xây dựng và chuyển thể lên máy tính trên cơ sở mô hình MAS và kiến thức thu được từ RPG. ABM được thiết kế trên máy tính sử dụng phần mềm CORMAS (Common Pool Resource and Multi Agent System) (<http://cormas.cirad.fr/indexeng.htm>), trong đó ngôn ngữ Smalltalk được sử dụng. Mục đích của ABM là để mô phỏng các tương tác và kết quả tác động kinh tế xã hội và môi trường do sản xuất lúa và tôm.

Các kịch bản (scenario) ban đầu cho việc mô phỏng được xác định trước hết dựa vào sự thảo luận có tham gia của các chủ thể địa phương, sau đó nhiều kịch bản khác được đưa ra theo kiến thức của nhà nghiên cứu trong phòng thí nghiệm để phân tích sâu hơn các tác động như đã nói ở trên.

Kiểm chứng

Kiểm chứng là bước thực hiện bắt buộc của quá trình thiết kế mô hình và mô phỏng. Công việc này được thực hiện từ đầu cho đến khi kết thúc quá trình bằng các kết quả của sự mô phỏng. Các chủ thể địa phương là người phản biện quan trọng nhất để kiểm chứng những gì nhà nghiên cứu đã chuyển tải từ kiến thức địa phương kết hợp với kiến thức học thuật vào trong mô hình. Các ý kiến phản hồi của chủ thể địa phương được ghi nhận và chỉnh sửa trong mô hình từ giai đoạn này đến giai đoạn khác theo thời gian cho đến khi mô phỏng. Các kết quả sau mô phỏng cũng được trình bày với các chủ thể địa phương để xác lập một giá trị chung cho mô hình.

Phương pháp phân tích

Mục tiêu nghiên cứu là phân tích tác động kinh tế, xã hội và môi trường của sản xuất lúa-tôm ở Bạc Liêu. Vì vậy trong nghiên cứu này 3 chỉ số được đưa ra để lượng hóa các tác động này.

Lượng hóa tác động xã hội: mâu thuẫn tiềm tàng

Do lợi nhuận từ nuôi tôm, nông dân có thể sử dụng kỹ thuật để lưu trữ nước mặn cuối mùa nắng để kéo dài thời gian nuôi tôm trên ruộng sau thời điểm đầu tháng 9 hàng năm, vốn là thời gian cần thiết cho bắt đầu canh tác lúa. Như thế nếu trên một cộng đồng có tình trạng này xảy ra thì đồng nghĩa với có mâu thuẫn tiềm tàng giữa người nuôi tôm kéo dài và người trồng lúa. Một chỉ số được đề xuất để đo lường mức độ mâu thuẫn tiềm tàng, gọi tắt là Cp (Potential Conflict), được tính là tích giữa phần trăm diện tích nuôi tôm sau tháng 9 và phần trăm diện tích lúa sau tháng 9 trên tổng diện tích của cộng đồng. Chỉ số này có giá trị từ 0 đến 1 tương ứng với không có mâu thuẫn tiềm tàng đến mâu thuẫn tiềm tàng cao nhất.

$$C_p = \text{Phần trăm diện tích lúa sau tháng 9 trên diện tích toàn cộng đồng} * \text{Phần trăm diện tích tôm trên diện tích toàn cộng đồng}$$

Lượng hóa tác động kinh tế: cực nghèo và phân hóa kinh tế

Có 2 chỉ số để lượng hóa tác động kinh tế đó là giá trị tuyệt đối của vốn nông hộ và chỉ số Gini (G) đo lường sự phân hóa thu nhập giữa nông hộ trong cộng đồng. G có giá trị từ 0 đến 1, tương ứng với phân bố thu nhập đồng đều nhất đến phân bố thu nhập không cân đối nhất. Cả 2 chỉ số này dùng để đo lường các kết quả kinh tế của nông hộ sau 5 năm mô phỏng. Hai chỉ số này được định nghĩa theo công thức dưới đây.

Vốn nông hộ (triệu VND/hộ) = lợi nhuận sản xuất – chi tiêu gia đình

$$G = 1.0 - \sum_{i=1}^n f_i (p_i + p_{i-1})$$

Trong đó:

G: Chỉ số phân hóa kinh tế

f_i : tỷ lệ số nông hộ trong phân khúc thứ i

p_i : tỷ lệ thu nhập cộng dồn của các nông hộ trong phân khúc i và các phân khúc nhỏ hơn phân khúc i

Tác động môi trường: Giảm năng suất lúa do mặn và hạn hán

Tác động môi trường trong nghiên cứu này chỉ giới hạn ảnh hưởng của mặn hóa đất do nuôi tôm liên tục trên ruộng lúa kết hợp với sự xuất hiện của hạn hán làm giảm năng suất lúa. Đo lường tác động của mặn hóa là một việc hết sức khó khăn vì cho đến nay chưa có một nghiên cứu trên đồng ruộng để đo lường kiểu tác động tương tự như thế. Nghiên cứu này vì thế đã sử dụng kiến thức bản địa, khái quát chúng thành một hàm số tương quan nghịch giữa số năm canh tác tôm liên tục trên đồng ruộng với năng suất lúa khi có hạn hán xảy ra, thể hiện qua hàm số dưới đây:

$$Y_d = 2.787 - 0.207X \quad (R^2 = 0.829, P=0.032)$$

Trong đó: Y_d : năng suất lúa khi có hạn hán xuất hiện (ton.ha⁻¹)

X: số năm canh tác tôm độc canh liên tục, $X > 0$

Tần suất hạn hán xuất hiện trên vùng nghiên cứu, đặc biệt là vùng hạ lưu được thu thập từ Trung tâm khí tượng tỉnh Bạc Liêu. Theo đó, tần suất hạn hán xuất hiện trước 10 tháng 11 hàng năm là 67.8%.

4. KẾT QUẢ THẢO LUẬN

4.1 Các bài học rút ra từ 2 kỳ RPG

RPG là một phương pháp quản lý tài nguyên thiên nhiên có sự tham gia (Castella, 2007). RPG trong nghiên cứu này là lần đầu tiên được áp dụng trong quản lý tài nguyên ở ĐBSCL. RPG được thực hiện dựa trên nguyên lý và kỹ thuật của trò chơi, vì vậy người được phân vai trong trò chơi đã không ngại biểu lộ các quan điểm và phản ứng trong quản lý tài nguyên.

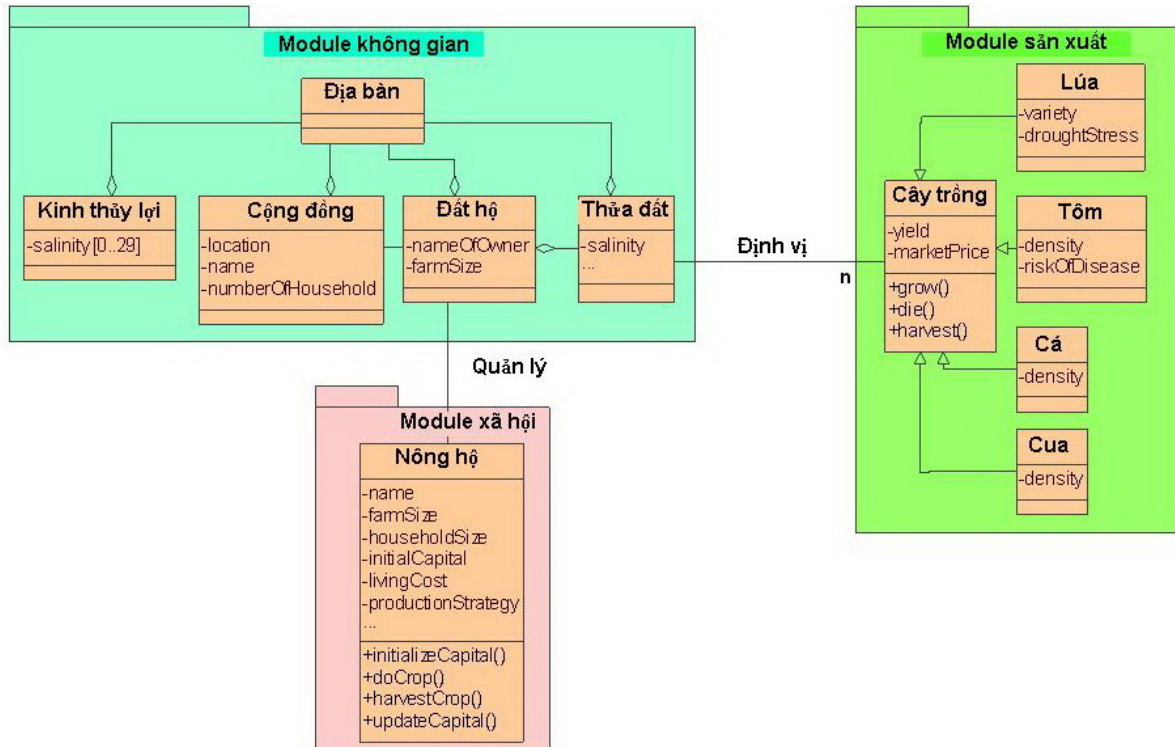
Người được phân vai tham gia đã học hỏi lẫn nhau trong RPG bằng quan sát những gì người khác đã phản ứng trước những tình huống tương tự trong sử dụng đất và nước trong hoạt động kinh tế. Tuy nhiên trong nghiên cứu này mục đích chính của RPG không phải để khám phá các kỹ thuật canh tác hay sử dụng đất và nước trong sản xuất, mà chính là làm cho người chơi có một nhận thức về sự đa dạng trong quản lý nông trại của cộng đồng.

RPG tỏ ra là một sân chơi lý tưởng cho các cộng đồng thượng và hạ lưu diễn tả các mâu thuẫn về sử dụng nước trong sản xuất mà thời gian trước đó chúng không được biểu lộ ra bên ngoài. Đặc biệt trong RPG chúng được thể hiện rõ với sự chứng kiến của các nhân vật đại diện cho các cơ quan quản lý sản xuất địa phương. Mâu thuẫn có thể tồn tại nhưng chúng không được thừa nhận giữa nhà quản lý địa phương và người dân vì những hạn chế về truyền thông hiệu quả giữa họ (Lee, 1999). Trong kỳ RPG thứ 2 năm 2007, các kịch bản người quản lý nước (điều khiển cống Giá Rai) được lần lượt thay thế từ nhà nước sang người dân ở hạ lưu, thượng lưu và cuối cùng đi đến một kịch bản quản lý nước tập thể có sự thương lượng giữa hạ và thượng lưu. Kịch bản quản lý nước tập thể có sự thương lượng đã cho ra một chế độ cung cấp nước có khác biệt với chế độ cung cấp nước đưa ra trong kịch bản người quản lý là nhà nước. Điều này nói lên rằng việc thiết kế quản lý ban đầu không thể đầy đủ khi hoàn cảnh thay đổi (Bouwen 2004).

Các quyết định cũng như kết quả kinh tế do sản xuất lúa-tôm được thể hiện trong RPG. Từ đây nhận thấy rằng khuynh hướng sản xuất tôm độc canh được thể hiện khi giao quyền điều khiển cống cung cấp nước mặn cho người dân hạ lưu. Trong trường hợp này kinh tế nông hộ gặp phải nhiều rủi ro ảnh hưởng đến nghèo đói tiềm tàng hoặc cực giàu và phân hóa kinh tế trong cộng đồng. Vì vậy nếu không có sự tham gia quản lý của nhà nước thì nguy cơ phát triển không bền vững có thể xảy ra. Hay nói cách khác sự tham gia của nhà nước ở một hay vài phân khúc trong giải quyết vấn đề và chu kỳ ra quyết định là cần thiết trong quá trình quản lý nhà nước (Bouwen 2004).

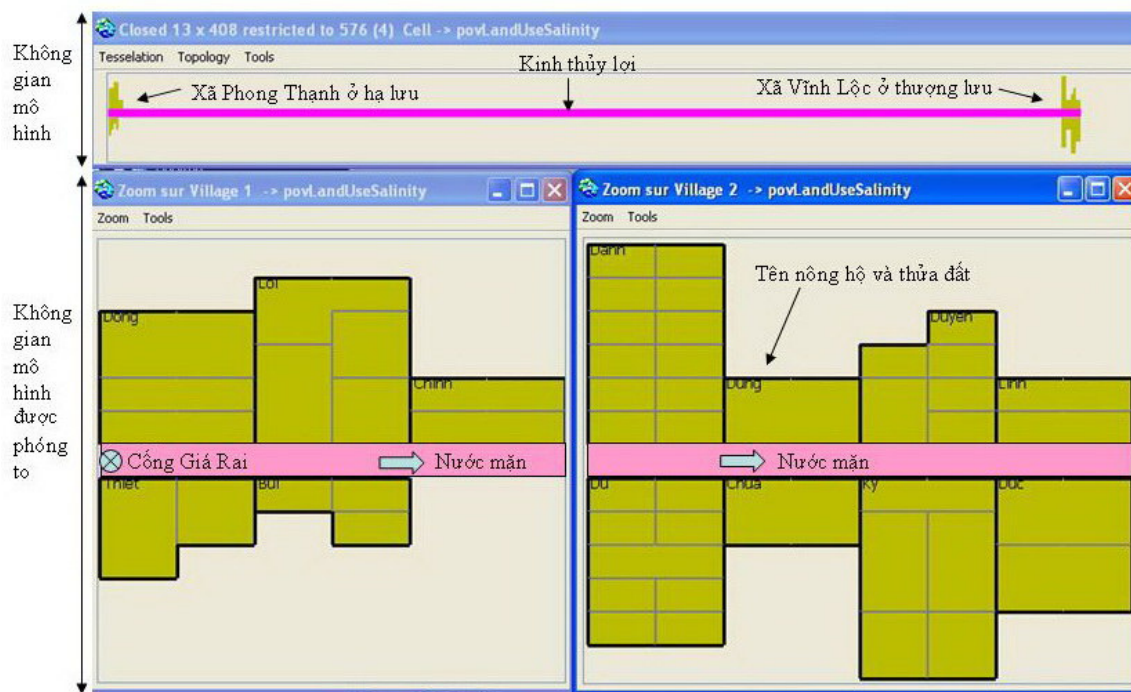
4.2 Mô hình đa tác nhân

Mô hình đa tác nhân (MAS) được thiết kế, xây dựng và thể hiện trên máy tính được gọi là mô hình dựa trên tác nhân (ABM) ở hình 2 dưới đây. Có 3 module chính trong mô hình này, gồm module không gian, sản xuất và nông hộ. Trong từng module, các chủ thể và đặc tính cũng như các hoạt động cốt yếu của chúng đã được đưa vào mô hình. Module không gian là nơi mà các đối tượng sản xuất như các cây trồng lúa, tôm, cá và cua được định vị, chiếm hữu diện tích. Trong khi đó module xã hội mà trong đó nông hộ là chủ thể quản lý các thửa đất và ra quyết định sản xuất.



Hình 2: Cấu trúc tóm tắt các chủ thể trong 3 module của mô hình đa tác nhân

Mô hình ABM được tạo nên bởi các tế bào (cell) trên máy tính tổ hợp của 13 cột và 408 hàng, với mỗi tế bào tương ứng 0.25ha và diện tích ngoài thực địa là 1.326 ha. Hai xã PT và VL có khoảng cách khoảng 20,4 km (408 hàng*50m) được nối với nhau bằng kinh thủy lợi. Mỗi xã được cấu trúc bởi các nông hộ, đất đai nông hộ và các thửa đất có gắn liền các tên nông hộ. Đặc tính của các chủ thể như nông hộ, lúa, tôm, cá, cua ...được xem là nguồn thông tin đầu vào cho mô hình được thiết lập trước khi mô phỏng. Các thông tin này được mô tả trong phụ lục 1 và 2.



Hình 3: Thiết diện của mô hình ABM thể hiện địa bàn và đơn vị nghiên cứu

4.3 Mô phỏng

Mô phỏng thực hiện trên mô hình ABM. Tuần (week) là thời gian cho mỗi lần máy tính đưa ra quyết định sản xuất (time-step). Thời gian mô phỏng tương đương 5 năm ngoài thực tế với 260 tuần. Sau khi mô phỏng các kết quả về kinh tế xã hội và tác động môi trường sau 5 năm được trích xuất qua chương trình excel để phân tích.

Bảng 1: Tổ hợp yếu tố quản lý nước và quan tâm môi trường của 10 kịch bản

Kịch bản	Chủ thể quản lý nước	Quan tâm đến môi trường
1	Cán bộ nhà nước quản lý cống	Không
2	Người dân xã PT (hạ nguồn) quản lý cống	Không
3	Người dân xã VL (thượng nguồn) quản lý cống	Không
4	Quản lý có thương lượng giữa PT & VL	Không
5	Người dân xã PT (hạ nguồn) quản lý cống nhưng độ mặn giữa 2 xã giống nhau	Không
6	Cán bộ nhà nước quản lý cống	Có
7	Người dân xã PT (hạ nguồn) quản lý cống	Có
8	Người dân xã VL (thượng nguồn) quản lý cống	Có
9	Quản lý có thương lượng giữa PT & VL	Có
10	Người dân xã PT (hạ nguồn) quản lý cống nhưng độ mặn giữa 2 xã giống nhau	Có

Có tổng cộng 10 kịch bản được mô phỏng. Các kịch bản được thiết lập trên 2 cơ sở đó là chủ thể quản lý cống cung cấp nước mặn với các chế độ nước khác nhau và yếu tố quan tâm đến môi trường. Quan tâm đến môi trường có nghĩa là không để ý đến sự

thành công hay thất bại của các vụ tôm trước đó, hàng năm vào tháng 9 người sản xuất luôn luôn trồng lúa trên thửa ruộng của họ để kỳ vọng nhờ lúa mà chất lượng môi trường sẽ tốt hơn so với không trồng lúa để giảm thiểu ảnh hưởng mặn hóa đất đai và không làm giảm năng suất lúa cho vụ mùa kế tiếp vào năm sau. Không quan tâm đến môi trường đồng nghĩa với việc người sản xuất chỉ trồng lúa trên thửa đất của họ khi và chỉ khi có ít nhất 2 vụ tôm bị thất bại vào mùa nắng (từ tháng 1 đến tháng 9). Tổ hợp 10 kịch bản được mô tả ở bảng dưới đây và chi tiết độ mặn được mô tả trong phụ lục 3.

4.4 Kết quả mô phỏng

4.4.1 Phân tích tác động xã hội

Giá trị chỉ số mâu thuẫn tiềm tàng được xác định theo xã và kịch bản như bảng 2 dưới đây. Đối với các kịch bản nhóm A khi không quan tâm đến yếu tố môi trường, đặc biệt ở xã PT, chỉ số mâu thuẫn thấp, chỉ 0.12 do tỷ lệ diện tích có trồng lúa biến động từ 24% đến 44,67% tổng diện tích mặc dù diện tích tôm sau 1 tháng 9 ở tỷ lệ lớn hơn 30% tổng diện tích tùy theo kịch bản quản lý nước.

Bảng 2: Chỉ số mâu thuẫn tiềm tàng theo xã và kịch bản sau 5 năm mô phỏng

Kịch bản	Tỷ lệ diện tích lúa ở xã PT (%)	Tỷ lệ diện tích tôm ở xã PT (%)	Mâu thuẫn ở xã PT	Tỷ lệ diện tích lúa ở xã VL (%)	Tỷ lệ diện tích tôm ở xã VL (%)	Mâu thuẫn ở xã VL
1	24.00	39.67	0.10	100.00	51.48	0.51
2	44.67	30.33	0.14	100.00	4.43	0.04
3	28.00	39.00	0.11	100.00	32.95	0.33
4	33.00	35.33	0.12	100.00	47.05	0.47
5	44.67	30.00	0.13	100.00	25.41	0.25
TB. Nhóm A	34.87	34.87	0.12	100.00	32.26	0.32
6	100.00	51.00	0.51	100.00	48.20	0.48
7	100.00	36.00	0.36	100.00	4.26	0.04
8	100.00	37.33	0.37	100.00	41.48	0.41
9	100.00	35.33	0.35	100.00	46.89	0.47
10	100.00	41.00	0.41	100.00	31.64	0.32
TB. Nhóm B	100.00	40.13	0.40	100.00	34.49	0.34
Trung bình	67.43	37.49	0.26	100.00	33.37	0.33

Nhóm A: từ kịch bản 1 đến 5; Nhóm B: từ kịch bản 6 đến 10

Nhìn chung không có khác biệt lớn về chỉ số mâu thuẫn ở xã PT giữa các kịch bản ở nhóm A. Khi quan tâm đến môi trường, lúa được mặc định trồng trên 100% diện tích vào thời điểm sau 1 tháng 9, chính điều này đã làm cho chỉ số mâu thuẫn ở các kịch bản nhóm B ở xã PT cao hơn với giá trị trung bình là 0.40. Đối với xã VL, chỉ số mâu thuẫn nhìn chung cao hơn ở xã PT đối với cả 2 nhóm kịch bản. Điều này là do lúa luôn luôn được canh tác 100% diện tích tại xã VL. Cũng nhìn nhận rằng, ở kịch bản 2 và 7 khi xã PT giữ quyền quản lý nước, diện tích nuôi tôm trên xã VL sau 1 tháng 9 là rất thấp, dẫn đến chỉ số mâu thuẫn ở xã này rất thấp. Chỉ số mâu thuẫn cao khi cả lúa và tôm đều được canh tác trên diện tích cộng đồng sau thời điểm 1 tháng 9. Như vậy, khi

quan tâm đến môi trường, lúa được sản xuất nhiều, muốn giảm mâu thuẫn tiềm tàng, nên giảm diện tích tôm sau thời điểm này.

4.4.2 Phân tích tác động kinh tế

Vốn nông hộ và Gini là 2 chỉ số phản ánh tình trạng kinh tế nông hộ và phân hóa kinh tế giữa các nông hộ trong cộng đồng. Ở xã PT khi không quan tâm đến yếu tố môi trường, lúa ít được canh tác, vốn nông hộ có giá trị trung bình thấp, đồng thời tình trạng cực nghèo (vốn có giá trị Min nhỏ hơn 0) đã xuất hiện trong 3/5 kịch bản. Bên cạnh đó, chỉ số Gini trung bình ở nhóm kịch bản A cũng cao hơn so với nhóm kịch bản B có quan tâm đến môi trường. Ở xã VL vốn trung bình nông hộ ở năm thứ 5 có khác biệt nhưng không lớn giữa các kịch bản bất luận chúng thuộc nhóm kịch bản A hay B. Chính điều này làm cho sự phân hóa kinh tế giữa các nông hộ trong cộng đồng này ít xảy ra sau 5 năm canh tác. Hay nói cách khác, lúa là thành phần quan trọng trong cơ cấu kinh tế nông hộ giúp làm giảm bớt nghèo đói tiềm tàng và phân hóa kinh tế ít xảy ra.

Bảng 3: Vốn nông hộ (triệu đồng/hộ) và hệ số phân hóa theo xã và kịch bản ở năm thứ 5

Kịch bản	Xã Phong Thanh				Xã Vinh Loc			
	Tối đa	Tối thiểu	TB	Gini	Tối đa	Tối thiểu	TB	Gini
1	37.80	-5.65	14.40a	0.69	76.62	8.66	41.41bcd	0.34
2	42.84	8.20	26.72c	0.30	70.37	8.26	38.08ab	0.35
3	35.48	-2.97	14.34a	0.58	65.88	8.98	37.11a	0.34
4	38.45	-2.56	16.50ab	0.53	76.20	8.47	38.13ab	0.36
5	48.16	1.87	23.09bc	0.43	70.32	17.02	42.45cd	0.27
TB.	40.54	-0.22	19.01	0.50	71.87	10.27	39.43	0.33
Nhóm A								
6	59.33	-0.09	26.47c	0.51	73.92	11.68	39.04abc	0.33
7	55.61	11.46	31.10c	0.32	74.16	7.87	38.17ab	0.34
8	47.72	0.06	22.94bc	0.43	72.17	9.82	39.57abc	0.35
9	48.30	7.49	23.96bc	0.33	67.35	10.13	39.56abc	0.33
10	70.68	3.30	30.40c	0.44	84.22	15.56	45.22d	0.31
TB.	56.32	4.44	26.97	0.40	74.364	11.01	40.31	0.33
Nhóm B								
Trung bình	48.437	2.111	22.99	0.45	73.12	10.64	39.87	0.33

Nhóm A: từ kịch bản 1 đến 5; Nhóm B: từ kịch bản 6 đến 10

Ghi chú: Các số có các chữ số giống nhau trên cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê bởi Duncan 0.05

4.4.3 Phân tích tác động môi trường

Tác động môi trường được lượng hóa dựa trên kiến thức địa phương, đó là năng suất lúa bị giảm do mặn và hạn hán đồng thời xảy ra trên đất nuôi tôm khi yếu tố môi trường không được quan tâm. Bảng 4 trình bày diện tích và năng suất lúa ở xã PT trong các kịch bản quản lý nước nhóm A. Lúa được canh tác chỉ khi tôm trên cùng thửa đất bị thất bại 2 lần trong mùa nắng, do vậy diện tích lúa chỉ ở mức 0.52 ha/hộ, chiếm khoảng 30% diện tích toàn nông hộ ở xã này. Tỷ lệ diện tích bị mặn và hạn trung bình

32% và năng suất lúa giảm còn 3,128 kg/ha, sản lượng lúa bị mất trung bình 371 kg/ha do mặn và hạn so với năng suất bình thường (3,5 tấn/ha). Điều này có thể vì lúa đã được canh tác rải rác làm ngắt quãng việc canh tác tôm liên tục trên cùng thửa đất làm đất không bị quá mặn, đồng thời, mặn hóa là một quá trình xảy ra trong một thời gian khá dài từ 10 đến 30 năm (Guganesharajah et al., 2007).

Bảng 4: Diện tích và năng suất lúa ở xã PT khi không quan tâm đến yếu tố môi trường

Kịch bản	Diện tích lúa trung bình (ha.hộ ⁻¹)	Diện tích lúa bị ảnh hưởng mặn và hạn (ha.hộ ⁻¹)	Tỷ lệ diện tích lúa bị ảnh hưởng mặn và hạn (%)	Năng suất lúa (kg.ha ⁻¹)	Năng suất lúa bị giảm so với bình thường (kg.ha ⁻¹)
1	0.36a	0.13	36	3,106	394
2	0.67b	0.16	24	3,240	260
3	0.42a	0.14	33	3,043	457
4	0.49a	0.15	31	3,053	447
5	0.67b	0.26	39	3,200	300
Trung bình	0.52	0.16	32	3,128	371

Ghi chú: Các số có các chữ số giống nhau trên cùng một cột thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê bởi Duncan 0.05

5. Kết luận

Mô hình đa tác nhân là một phương pháp mô hình hóa có sự tham gia lần đầu tiên được ứng dụng và tỏ ra phù hợp trong nâng cao hiệu quả quản lý tài nguyên thiên nhiên ở ĐBSCL, góp phần vào phát triển nông nghiệp bền vững.

Công cụ RPG rất hữu hiệu khi tạo cơ hội cho các chủ thể liên quan đến sử dụng và quản lý tài nguyên đất và nước được tham gia đối thoại tìm tiếng nói chung để giải quyết các khác biệt có thể nảy sinh trong quá trình sản xuất. ABM là một công cụ hữu hiệu giúp các nhóm người liên quan cùng xây dựng, học hỏi và làm thí nghiệm với nhiều kịch bản khác nhau trong quản lý nước, giúp cho người sản xuất cũng như nhà quản lý nâng cao kiến thức về phát triển bền vững.

Trong trường hợp cụ thể tại Bạc Liêu, phương pháp này giúp lượng hóa được các tác động kinh tế, xã hội và môi trường. Mâu thuẫn tiềm tàng có thể nảy sinh khi cả lúa và tôm cùng canh tác sau thời điểm 1 tháng 9 vốn là thời gian dành cho sản xuất lúa. Tôm luôn được canh tác kéo dài sau thời điểm 1 tháng 9 vì lý do lợi nhuận. Do vậy để giảm bớt mâu thuẫn tiềm tàng, cả người sản xuất và nhà quản lý nên lưu tâm đến việc ngừng nuôi tôm sau thời điểm này.

Vốn nông hộ có thể bị cạn kiệt dẫn đến nghèo đói đồng hành với phân hóa kinh tế trong cộng đồng khi yếu tố môi trường không được quan tâm và lúa ít được canh tác trong mô hình lúa tôm. Mặn và hạn hán có thể làm giảm năng suất lúa. Tuy nhiên điều này có thể được giảm bớt khi lúa được canh tác thường xuyên trên đồng ruộng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Boothroyd P., and Nam P.X. 2000. Socioeconomic Renovation in Viet Nam: The Origin, Evolution, and Impact of Doi Moi
- Bousquet F., and Trebuil G. 2005a. Introduction to companion modelling and multi-agent systems for integrated natural resource management in Asia. In: Bousquet F., Trebuil G. and Hardy B., eds. Companion Modeling and Multi-Agent Systems for Integrated Natural Resource Management in Asia. Los Banos, Philippines: IRRI (International Rice Research Institute). Pp: 1-20.
- Bouwen R., and Taillieu T. 2004. Multi-party Collaboration as Social Learning for Interdependence: Developing Relational Knowing for Sustainable Natural Resource Management. Journal of Community & Applied Social Psychology. 14:137-153.
- Castella J.-C., Kam, S.P., Quang, D.D., Verburg, P.H. & Hoanh, C.T. 2007. Combining top-down and bottom-up modeling approaches of land use/cover change to support public policies: Application to sustainable management of natural resources in northern Vietnam. Land Use Policy. 24 (3):531–545.
- Gallop K., Khiem N., Dung L., and Gowing J. 2003. Changes in farmer livelihoods and land-use strategies during the project period 2000 – 2003. DFID-CRF project: Accelerating poverty elimination through sustainable resource management in coastal lands protected from salinity intrusion: a case study in Vietnam. WP1-2. R7467C. 32 p.
- GSO. 2006. Tổng cục thống kê. NXB Thống kê, Hà Nội, Việt Nam.
- Guganesharajah K., Pavey J.F., Wonderen J.v., Khasankhanova G.M., Lyons D.J., and Lloyd B.J. 2007. Simulation of Processes Involved in Soil Salinization to Guide Soil Remediation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 133 (2):131-139
- Hoanh C.T., Tuong T.P., Gallop K.M., Gowing J.W., Kam S.P., Khiem N.T., and Phong N.D. 2003. Livelihood impacts of water policy changes: evidence from a coastal area of the Mekong River Delta. Water Policy 5, 5:475-488.
- Hossain M., Tuong T.P., Cabrera E., Can N., and Ni D. 2006. Impact of land elevation on poverty elimination of shrimp-based farming in Bac Lieu, Vietnam. the 2nd Annual Meeting of Challenge Program on Water and Food (CPWF) Project 10. 30-31 March 2006. Los Baños, Laguna, Philippines.
- Khiem N.T., and Hossain M. 2007. Dynamics of livelihoods and resource use strategies in different ecosystems of the coastal zones of Bac Lieu. Delta. 7-9 November, 2007. Bangsaen City, Thailand.
- Lee K.N. 1999. Appraising adaptive management. Conservation Ecology. 3:3.
- Phuc N.T. 2006. Renovating the Party's political thinking in leading the cause of renewal Communist Review No.107.
- Ribot J.C. 2004. The Politics of Choice in Natural Resource Decentralization. WASHINGTON, DC: World Resources Institute. 154 p.
- Toan D.Q., and Iyer L. 2003. Land Rights and Economic Development: Evidence from Vietnam World Bank Policy Research Working Paper 3120. World Bank
- Trung N.H., Tri L.Q., Mensvoort M.E.F.v., and Bregt A.K. 2006. Comparing Land-use Planning Approaches in the Coastal Mekong Delta of Vietnam. In: Environment and Livelihoods in Tropical Coastal Zones. CAB International. Pp: 177-192.
- Tuong T.P., Kam S.P., Hoanh C.T., Dung L.C., Khiem N.T., Barr J., Ben D.C., and 2002. Impact of salinity protection on the environment: farmers resource-use strategies and livelihood in a coastal area. Water Management Engineer, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines

White I. 2002. Water Management in the Mekong Delta: Changes, Conflicts and Opportunities. IHP-VI. Technical Documents in Hydrology. International Hydrological Programme. UNESCO, Paris, 2002. 75 p.

Phụ lục 1: Thông số của các chủ thể trong mô hình ABM

Chủ thể	Thông số	Giá trị	Đơn vị	Nguồn
Thửa đất	Tối thiểu	0.25	Ha	Điều tra
	Tối đa	1.00	Ha	
Đất nông hộ	Tối thiểu	0.75	Ha	Điều tra
	Tối đa	3.00	Ha	
	Tối thiểu số thửa đất	1	Plot	Điều tra
	Tối thiểu số thửa đất	8	Plot	
Nông hộ	Tối thiểu số thành viên	4	Người	Điều tra
	Tối đa số thành viên	9	Người	
	Vốn khởi tạo	5	10^6 VND.ha^{-1}	KIP, RPG2007
	Chi phí cuộc sống đầu người	0.2	$10^6 \text{ VNDtháng}^{-1}$	KIP
Tôm	Độ mặn tối thiểu canh tác tôm	8	ppt	KIP, RPG2007
	Tháng sớm nhất canh tác tôm	1 st	Tháng	KIP, RPG2007
	Mật độ	15,000	$\text{con.lần}^{-1}.\text{ha}^{-1}$	KIP, RPG2007
	Tỷ lệ chết hàng tuần	2.6	%	(Kungvankij et al., 1986), (Chanratchakook, 2005)
	Xác suất tôm bệnh ở tuần đầu tiên sau thả giống	4	%	
	Xác suất tôm bệnh các tuần tiếp theo	0.2	%	
	Trọng lượng tôm thương phẩm	0.03	Kg.con^{-1}	KIP, RPG2007
	Giá tôm thương phẩm	0.1	10^6 VND.kg^{-1}	KIP, RPG2007
	Giá tôm giống	0.00006	$10^6 \text{ VND.con}^{-1}$	KIP, RPG2007
	Vốn xây dựng đồng ruộng	1.0	10^6 VND.ha^{-1}	Điều tra
	Thời gian nuôi tối thiểu vụ tôm	3	Tháng	KIP, RPG2007
	Thời gian nuôi tối đa vụ tôm	4	Tháng	
	Tỷ lệ tôm thu hoạch khi tôm bệnh sau 3 tháng nuôi	30	%	KIP
	Tỷ lệ tôm thu hoạch khi tôm bệnh sau 2 và trước 3 tháng nuôi	10	%	KIP
Cua	Độ mặn tối thiểu	2	ppt	FAO (2006-09)
	Tháng sớm nhất nuôi	3 rd	Tháng	KIP, RPG2007
	Mật độ	600	$\text{Con.Lần}^{-1}.\text{ha}^{-1}$	KIP, RPG2007

	Tỷ lệ sống	65	%	KIP, RPG2007
	Thời gian tối đa vụ nuôi	183	Ngày	KIP, RPG2007
	Thời gian tối thiểu vụ nuôi	122	Ngày	KIP, RPG2007
	Trọng lượng thương phẩm	0.4	Kg.con ⁻¹	KIP, RPG2007
	Giá cua giống	0.002	10 ⁶ VND.con ⁻¹	KIP, RPG2007
	Giá cua bán	0.06	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	KIP, RPG2007
Cá	Tháng sớm nhất nuôi	5 th	Tháng	KIP, RPG2007
	Chi phí sản xuất	0.5	10 ⁶ VND.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Thời gian tối đa vụ nuôi	150	Ngày	KIP, RPG2007
	Thời gian tối thiểu vụ nuôi	122	Ngày	KIP, RPG2007
	Năng suất	5,000	Kg.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Giá bán	0.005	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	KIP, RPG2007
Lúa	Tháng sớm nhất bắt đầu	9 th	Tháng	KIP, RPG2007
	Độ mặn tối đa	4	ppt	Hoanh et al, 2003
	Thời gian tối đa giống lúa mùa	135	Ngày	Điều tra
	Thời gian tối thiểu giống lúa mùa	120	Ngày	Điều tra
	Chi phí sản xuất lúa mùa	5.25	10 ⁶ VND.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Năng suất giống lúa mùa	4,500	Kg.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Giá lúa giống lúa mùa	0.0035	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	KIP, RPG2007
	Thời gian tối đa giống lúa cao sản	100	Ngày	Điều tra
	Thời gian tối thiểu giống lúa cao sản	90	Ngày	Điều tra
	Chi phí sản xuất lúa cao sản	1.5	10 ⁶ VND.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Năng suất giống lúa cao sản	3,500	Kg.ha ⁻¹	KIP, RPG2007
	Giá lúa giống lúa cao sản	0.00225	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	KIP, RPG2007

Phụ lục 2: Thông số của các chủ thể trong mô hình ABM sau khi điều chỉnh

Thông số	Đơn vị	Giá trị ban đầu	Giá trị điều chỉnh	Nguồn
Độ mặn tối thiểu canh tác tôm	ppt	8	5	KIP
Mật độ tôm ở xã PT	Con. Lăn ⁻¹ .ha ⁻¹	15,000	15,000	Hội thảo
Mật độ tôm ở xã VL	Con. Lăn ⁻¹ .ha ⁻¹	15,000	7,500	Hội thảo
Xác suất tôm bệnh ở tuần đầu tiên sau thả giống	%	4	20	Hội thảo
Thời gian phát hiện tôm bệnh sau thả	Tuần	0	4	Hội thảo
Thời gian thả vụ tôm kế sau khi vụ tôm trước chết hoặc thu hoạch	Tuần	0	2	KIP
Xác suất tôm bệnh từ tuần thứ 2 đến 12	%	0.2	2.5	Tác giả
Xác suất tôm bệnh từ tuần thứ 13 đến 18	%	0.2	10	Tác giả
Tháng sớm nhất nuôi	Tháng	5 th	1 st	Hội thảo
Chi phí sản xuất lúa mùa	10 ⁶ VND.ha ⁻¹	5.25	4.5	Hội thảo
Chi phí sản xuất lúa cao sản	10 ⁶ VND.ha ⁻¹	1.5	3.5	Hội thảo
Giá lúa giống lúa mùa	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	0.0035	0.0045	Hội thảo
Giá lúa giống lúa cao sản	10 ⁶ VND.kg ⁻¹	0.00225	0.0035	Hội thảo
Chi phí cuộc sống đầu người	10 ⁶ VND.Người ⁻¹ .tháng ⁻¹	0.2	0.3	KIP

Phụ lục 3: Độ mặn theo xã và kịch bản sử dụng trong mô hình ABM

Kịch bản	Xã	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	PT	5	5	26	29	29	24	17.5	0	0	0	0	0
	VL	1	1	16	15	23	20	15	0	0	0	0	0
2	PT	10	15	15	15	23	23	10	4	0	0	3	3
	VL	6	10	10	10	16	8	3	0	0	0	0	0
3	PT	5	12	16	16	16	12	5	3	0	0	3	3
	VL	1	6	11	11	11	6	1	0	0	0	0	0
4	PT	5	10	25	30	25	15	8	0	0	0	0	5
	VL	0	2	10	15	20	15	6	0	0	0	0	0
5	PT	10	15	15	15	23	23	10	4	0	0	3	3
	VL	10	15	15	15	23	23	10	4	0	0	3	3

Chú thích: Độ mặn trên 5 ppt